

УДК: 53.043

## **Використання гетероструктур для створення найновіших світлодіодів.**

студ. Тригубець Б., Солом'янюк Д.О., ст. викл. Печерська Т.В.

**Національний технічний університет України**

**"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**

Гетероструктури — це складові найсучасніших напівпровідникових приладів, що розробляються та виробляються. Вони є найважливішими елементами оптимізованих джерел та детекторів найвищої продуктивності та використовуються у високошвидкісних та високочастотних цифрових та аналогових пристроях. Використання гетероструктур полягає в тому, що вони пропонують точний контроль над станами та рухами носіїв заряду в напівпровідниках. Гетероструктура визначається як напівпровідникова структура, в якій хімічний склад змінюється з шаром. Найпростіша гетероструктура складається з єдиного гетеропереходу, який є інтерфейсом всередині напівпровідникового кристала, через який змінюється хімічний склад. Більшість пристроїв та експериментальних зразків містять більше одного гетеропереходу. Гетероструктури виготовляються за допомогою процесу епітаксialного росту. [1] Більшість перевірених епітаксialних методів були застосовані для росту гетероструктур. До них відносяться молекулярно-променева епітаксія (MBE) та металорганічне хімічне осадження парів (MOCVD). Рідка фаза епітаксія (LPE) - це стара технологія гетероструктури, яка була витіснена MBE та MOCVD, оскільки не дозволяє точно контролювати виготовлену структуру.[2]

Значна частина сучасних складних напівпровідникових пристроїв тепер включає досить складні та точні структури, що містять багато гетеропереходів. Наявність високоякісних багатошарових гетероструктур призвело до нових ефектів, що мають широке застосування, таких як двовимірні транспортні ефекти, квантові свердловини, допінг модуляції, дельта-допінг, обмеження носіїв та фотонів тощо.[3]

Яскравий приклад, світлодіод, який виготовлений з гетероструктури на основі твердого розчину GaInAsSb із зустрічним p-n переходом. Запропонована гетероструктура містить підкладку, яка містить GaSb, активний шар, що у свою

чергу містить твердий розчин  $\text{GaInAsSb}$  і розташований над підкладкою, обмежувальний шар для локалізації основних носіїв, що містить твердий розчин  $\text{AlGaAsSb}$  і розташований над активним шаром, контактний шар, що містить  $\text{GaSb}$  і розташований над обмежувальним шаром, причому додатково гетероструктура містить буферний шар, що містить твердий розчин  $\text{GaInAsSb}$  і розташований між підкладкою й активним шаром, і цей буферний шар містить індію менше, ніж активний шар. Використання зазначеного буферного шару дозволяє локалізувати неосновні носії в активній області, завдяки цьому збільшується частка випромінювальної рекомбінації, і відповідно збільшується квантова ефективність гетероструктури.[4] Крім того, використання зазначеного буферного шару дозволяє мінімізувати вплив дефектів, що проростають з підкладки в активну область, що призводить до зменшення глибоких акцепторних рівнів і, відповідно, частки безвипромінювальної рекомбінації Shockley-Read-Hall і до збільшення квантової ефективності гетероструктури. Світлодіоди, виготовлені на основі запропонованої гетероструктури, випромінюють в середньому інфрачервоному діапазоні 1,8-2,4 мкм[5].

#### Перелік літератури:

1. B.G. Streetman: MBE growth of multilayer heterostructures with applications to optoelectronic and electronic devices URL:<https://ieeexplore.ieee.org/document/771097/authors#authors>
2. Алферов Ж.И. Двойные гетероструктуры: концепции и применения в физике, электронике и технологии // УФН. 2002. Т. 172, №9. С. 1072–1086.
3. Борковська Л.В., Печерська К.Ю., Стара Т.Р., Корсунська Н.О., Гермаш Л.П.// Вплив термічних відпалів на люмінесцентні характеристики гетероструктур  $\text{CdSe/ZnSe}$  з квантовими точками //SEMICONDUCTOR PHYSICS, QUANTUM ELECTRONICS AND OPTOELECTRONICS, 2009.
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — М.: Физматлит, 2007. — 416 с.
5. Didem Dede, Nima Taghipour, Ulviyya Quliyeva: Highly Stable Multicrown Heterostructures of Type-II Nanoplatelets for Ultralow Threshold Optical Gain URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemmater.9b00136>